EVALUATION OF PASTURE HONEY (*Setaria sphacelata*) BY FERTILIZATION EFFECT AND AMENDMENT CHEMISTRY, IN NORTHWESTERN PICHINCHA-ECUADOR

E. Basantes Morales [1], J. Barba Sánchez [1], R. León [1], S. Basantes Aguas [2], G.J. Mohiddin [1]

[1] Departamento Ciencias de la Vida y Agricultura. Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE. Carrera de Ingeniería Agropecuaria, IASA. erbasantes@espe.edu.ec, jorgebarba1985@gmail.com, rpleon@espe.edu.ec, jgooty@espe.edu.ec.

[2] Agrocalidad-Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario. santy1584@gmail.com

Received: April 2018. Accepted: June 2018

ABSTRACT

In order to assess pasture honey production by fertilizing of NPK and chemical amendment effect, important source for livestock in the sector of Northwestern Pichincha-Ecuador. It was carried out this research with 5 levels of N, P and K (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha^{-1}), applied after an amendment with doses of 1.5 t ha-1 of lime and 0.5 t ha-1 of agricultural gypsum, under a design of complete randomized blocks, in arrangement of double diamond modified with three replications. Forage production evaluated variables were height of plant, green and dry matter. The application of NPK levels, determined that the treatments T3 ($N_{100}P_{80}K_{80}$) and T10 ($N_{100}P_{160}K_{80}$) with 75.3 and 74.8 t ha^{-1} of fodder, respectively reach the largest production. In production of dry mass or fiber, T3 and T4 ($N_{150}P_{80}K_{80}$) were significantly better treatments with around 18.6 t ha^{-1}. The studied soil was slightly acid pH 5.7 before liming, 6.44 after whitewashing pH and pH 5.75, at the end of the investigation. Hence the acidity was one of the main problems of this soil, worked the high content of iron between 335 to 433 ppm, although as result of the amendments fell to 226 ppm Fe. The amendment also increased the content of the bases of Ca, Mg and K. In terms of N, had an increasing trend on the floor during the four cuts reaching an average content of 68.7 ppm of N, which corresponds to a medium range to high.

Keywords: pasture honey, NPK chemical fertilizer, liming, soil analysis and leaf.

EVALUACIÓN DEL PASTO MIEL (*Setaria sphacelata*) POR EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN Y ENMIENDA QUÍMICA, EN NOROCCIDENTE, PICHINCHA-ECUADOR

RESUMEN

A fin de evaluar la producción del pasto miel por efecto de la fertilización de NPK y enmienda química, importante fuente para la ganadería del sector de Noroccidente, Pichincha-Ecuador, se realizó esta investigación con 5 niveles de N,

P y K (0, 50, 100, 150 y 200 kg ha^{-1}), aplicados después de una enmienda con dosis de 1.5 t ha^{-1} de cal y 0.5 t ha^{-1} de yeso agrícola, bajo un diseño de bloques completos al azar, en arreglo de diamante doble modificado con tres repeticiones. Las variables evaluadas de la producción forrajera fueron altura de planta, materia verde y materia seca. La aplicación de los niveles de NPK, determinaron que los tratamientos T3 ($N_{100}P_{80}K_{80}$) y T10 ($N_{100}P_{160}K_{80}$) con 75.3 y 74.8 t ha^{-1} de forraje, respectivamente alcancen las mayores producciones. En producción de masa seca o fibra, el T3 y T4 ($N_{150}P_{80}K_{80}$) fueron los mejores tratamientos con alrededor de 18.6 t ha^{-1}. El suelo estudiado fue ligeramente ácido con pH 5.7 antes del encalado, pH 6.44 después del encalado y pH 5.75, al final de la investigación. De ahí que la acidez fue uno de los problemas principales de este suelo, colaborado por el elevado contenido de hierro entre 335 a 433 ppm, aunque por efecto de las enmiendas bajó a 226 ppm de Fe. La enmienda también incrementó el contenido de las bases de Ca, Mg y ligeramente el K. En cuanto al N, tuvo una tendencia creciente en el suelo durante los cuatro cortes llegando a un contenido promedio de 68.7 ppm de N, que corresponde a un rango mediano a alto.

Palabras Claves: pasto miel, fertilización química NPK, encalado, análisis de suelo y foliar.

1. INTRODUCCIÓN

El pasto miel (*Setaria sphacelata*) es una gramínea de clima tropical, perenne, de crecimiento vigoroso y se propaga por medio de rizomas, estolones y por resiembra natural. Se trata de una gramínea de buena adaptación al medio, buena palatabilidad y asociación con leguminosas (Mas, 2007). En nuestro país, la mayoría de las praderas no reciben buen manejo, lo que es un limitante para tener altos rendimientos; (Álvarez & León, 2003), indican que la producción de pasturas en Noroccidente de Pichincha puede ser aprovechada en intervalos de 28 a 42 días, lo que mantiene y favorece la producción por unidad de área. Según (Molina, 2015), el mejor momento de corte o pastoreo se debe realizar en el día 21 ya que el nivel de proteína y digestibilidad es alto, hay buena cantidad de fibra y excelente contenido de extractos libres de nitrógeno (ELN). A mayor edad de corte el pasto tiende a disminuir el valor alimenticio debido a que la proteína, la digestibilidad y ELN incrementan el contenido de fibra, en especial la fibra detergente neutra (FDN) tendiendo a ser superior, de tal manera que ocasionará en el rumiante una sensación de saciedad y menor consumo del pasto.

La fertilización más realizada en Ecuador es al voleo, aunque las pérdidas del N por volatilización y lixiviación es alta, en especial la urea (que puede llegar a 40% pérdidas), de ahí que se debe investigar otras fuentes y formas de aplicación para optimizar el mantenimiento de los potreros. La fertilización nitrogenada favorece la producción de forraje en altura, contenido de materia seca en (Mena, 2011). La aplicación de fertilizantes a base de nitrato de amonio y roca fosfórica (100 kg/ha de c/u) y 50 kg ha^{-1} de Fertizamag, rehabilitó praderas de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), aunque no superó significativamente la producción de materia seca a los tratamientos de fertilización orgánica (heces, humus y Razormin + Solucat 10-52-10 + Biocat-15), donde el humus tuvo un efecto marcado sobre la recuperación de gramíneas, leguminosas y tuvo una producción de forraje de 3000 kg/ha (Aravena, 2002). La aplicación de N ya sea en forma sólida (urea, sulfato de

amonio) o como fertilizante líquido soluble favoreció el crecimiento y manejo adecuado del kikuyo (Carrera, 2011).

Los productos y materiales que se incorporan al suelo para corregir o mejorar su capacidad de producción se conocen como *enmiendas*. Dos enmiendas comúnmente utilizadas en los suelos son el abono y la cal. La aplicación de cal y yeso agrícola son enmiendas químicas para corregir pH, para mejorar disponibilidad del P, recuperar suelos sódicos degradados y mejorar varias propiedades físicas del suelo. Mediante el *encalado* se agrega correctivos químicos a base de carbonato de calcio, de magnesio o bien los dos juntos, para reducir la acidez; la cal es el óxido de calcio, sin embargo el término cal también se aplica a otros materiales encalantes como hidróxidos, carbonatos y silicatos de calcio y/o magnesio, los cuales van a aumentar la disponibilidad de nutrientes y crear condiciones favorables para la absorción de elementos por la planta lo que va incrementar la producción de forraje (Basantes, 2010).

En este trabajo se estudió efecto de la fertilización de NPK y enmienda química en la producción de forraje, importante fuente para la ganadería del sector de Noroccidente, Pichincha-Ecuador. Para ello se analizaron muestras de suelos y forrajes en una pastura establecida con pasto miel (*Setaria sphacelata*).

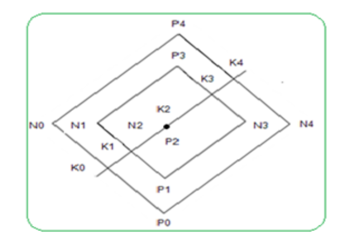
2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1 Área de estudio.

El ensayo se llevó a cabo en un potrero establecido con pasto miel, ubicado en el Noroccidente de la provincia de Pichincha, cantón Quito, parroquia Nanegalito, cuyas características agroecológicas son: altitud de 1740 m, temperatura 18 a 22 º C, precipitación anual 2000 a 2500 mm, pH 5.8 y textura franco. En esta investigación se aplicó un arreglo en diamante doble modificado con tres repeticiones, las parcelas se establecieron con un diseño de bloques al azar, dando un total de 45 unidades experimentales (Tabla 1) y durante 4 cortes.

Tabla 1. Tratamientos o factores en estudio correspondientes a NPK con cinco niveles cada uno en arreglo de diamante doble modificado.

Nitrógeno	Fósforo	Potasio
T1 **N0** P80 K80	T6 N100 **P0** K80	T11 N100 P80 **K0**
T2 **N50** P80 K80	T7 N100 **P40** K80	T12 N100 P80 **K40**
T3 **N100** P80 K80	T8 N100 **P80** K80	T13 N100 P80 **K80**
T4 **N150** P80 K80	T9 N100 **P120** K80	T14 N100 P80 **K120**
T5 **N200** P80 K80	T10 N100 **P160** K80	T15 N100 P80 **K160**



Las variables en estudio fueron materia verde, materia seca, altura de planta, evaluados cada 28 días después de cada corte. Los análisis de suelo se realizaron al inicio, a los 60 días después del encalado y al final del ensayo. Los análisis foliares fueron realizados en el tercero y cuarto corte-final del ensayo. Luego del análisis inicial del suelo se realizó la enmienda mediante la aplicación de carbonato de calcio y yeso agrícola ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) en todas las unidades experimentales, en una dosis correspondiente a 1500 y 500 kg ha^{-1} de cal y yeso

agrícola respectivamente, y se dejó en incubación durante 60 días, luego de los cuales se realizó el corte de igualación e inicio con la investigación. Las fuentes de fertilizantes utilizadas fueron: urea (46-0-0), fosfato mono amónico MAP (11-52-0) y muriato de potasio (0-0-60). La aplicación de estos fertilizantes se realizó al segundo día después del corte de igualación y se repitieron en los 4 cortes, la fertilización empezó 30 días después de la aplicación de las enmiendas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 *Altura de planta.*

En la Figura 1, se observa que los promedios generales por grupos de la altura de planta del pasto miel fueron bajas: 21, 47.4, 49 y 24.8 cm para las evaluaciones establecidas en los cortes primero, segundo, tercero y cuarto, respectivamente, con coeficientes de variación de 15.4, 13.6, 12.2 y 14.9 %. Los mayores promedios de altura de planta en cada uno de los cortes se presentaron en el grupo donde se incrementó los niveles de nitrógeno, mientras que los menores promedios correspondieron a los niveles de fósforo y potasio. Los tratamientos no se diferenciaron estadísticamente, sin embargo, el tratamiento T1 (N_0 P_{80} K_{80}), sin nitrógeno fue el que presentó la mayor altura promedio (41.3 cm) en tres de los cuatro cortes, mientras que el menor promedio (32.3 cm) se presentó con el tratamiento T15 (N_{100} P_{80} K_{160}) en cada uno de los cortes. (Chiquimarca, 2016), para la estimación de la altura del pasto miel, bajo la influencia del nivel de micorrizas más humus obtuvo un modelo lineal en el segundo corte, representado por la ecuación: $Y = 69{,}722 + 1{,}4297(NM + H)$, el modelo indica que por cada incremento en el nivel de micorrizas se espera que aumente la altura en 1,43 cm.

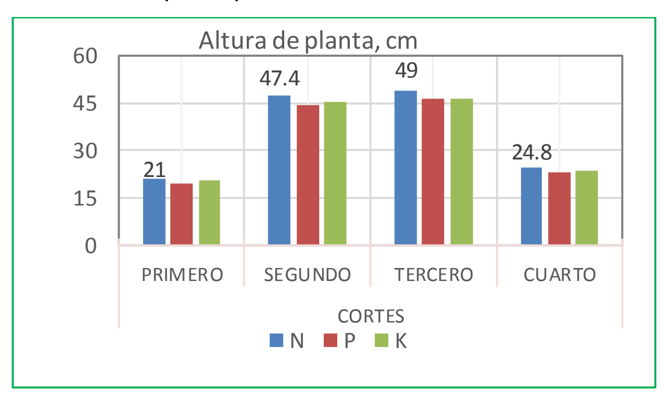


Figura *1* Altura de planta del pasto miel por grupos en estudio, en cuatro evaluaciones correspondientes a cada corte. Elaborado por los autores.

3.2 *Producción de materia verde (t ha^{-1}).*

En la Tabla 2, se observa que los tratamientos se diferenciaron en el rendimiento de materia verde a nivel del 5% en el primer corte, mientras que en los cortes segundo, tercero, cuarto y en el rendimiento total fueron totalmente diferentes a nivel del 1%. El análisis dentro de grupos, indica que los tratamientos del P y K se diferenciaron a nivel del 1% en el tercero, cuarto corte y en el rendimiento total, en tanto que, el grupo de N presentó alta significación desde el segundo corte.

Tabla 2. Análisis de varianza del rendimiento de materia verde en Kg ha^{-1} de pasto miel bajo la aplicación de N, P y K, previo el encalado, en cuatro evaluaciones.

FUENTES DE VARIACION	GL	CORTES				Rendimiento total
		primero	segundo	tercero	cuarto	
TOTAL	44					
REPETICIONES	2	3.24 *	7.78 ns	0.03 ns	5.54 ns	27.61 ns
TRATAMIENTOS	(14)	2.45 *	22.31 **	23.20 **	24.30 **	129.30 **
GRUPOS	2	2.15 ns	2.26 ns	27.74 **	27.10 **	145.99**
DENTRO GRUPO N	(4)	1.74 ns	**61.40****	**14.32 ****	11.53 *	**46.69 ****
N Lineal	1	3.10 ns	19.39 *	1.28 ns	8.36ns	1.91 ns
N Cuadrático	1	0.25 ns	6.19 ns	20.25 **	4.96 ns	94.32**
N Cúbico	1	0.79 ns	2212.21 **	14.98 **	23.02 **	46.08 *
N Cuártico	1	2.84 ns	7.80 ns	20.78 **	9.76 ns	43.25 *
DENTRO GRUPO P	(4)	5.11 **	0.69 ns	**22.88 ****	**34.39 ****	**154.67****
P Lineal	1	6.55 *	7.80 ns	40.25 **	32.10 **	199.43 **
P Cuadrático	1	1.52 ns	0.50 ns	0.36 ns	2.23 ns	19.52 ns
P Cúbico	1	7.76 **	1.20 ns	43.08 **	91.70 **	327.69 **
P Cuártico	1	4.60 *	0.68 ns	7.81*	8.52 ns	72.03 *
DENTRO GRUPO K	(4)	1.06 ns	15.36*	**32.11****	**29.87 ****	**202.70 ****
K Lineal	1	1.51 ns	0.0034 ns	7.00 *	37.14 **	100.50 **
K Cuadrático	1	0.87 ns	6.29 ns	17.14 **	1.25 ns	46.66 *
K Cúbico	1	0.10 ns	43.95 **	2.09 ns	4.25 ns	109.18 **
K Cuártico	1	1.75 ns	11.21 ns	102.23 **	76.84 **	554.47 **
ERROR	28	0.92	3.54	1.23	2.48	10.24
$\bar{X}$ (t ha^{-1})		12.6	18.7	20.2	18.4	69.9
CV (%)		7.18	14.89	15.11	16.91	

Los promedios generales del rendimiento de materia verde de pasto miel fueron de 12.6, 18.7, 20.2 y 18.4 t ha^{-1} para los cortes primero, segundo, tercero y cuarto dando un total de 70 t ha^{-1}, con coeficientes de variación que variaron de 7 a 17 %.

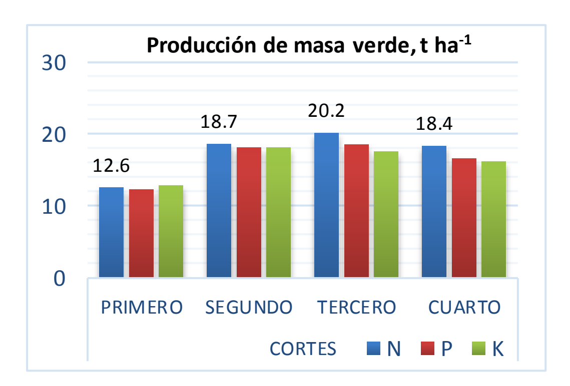




Figura 2. Producción de biomasa de pasto miel (*Setaria sphacelata*) por grupos en estudio, en cuatro evaluaciones. Elaborado por los autores.

Los niveles de la fertilización de NPK tuvieron un efecto creciente en la producción de materia verde (Figura 2), hasta el tercer corte, siendo mayor en el grupo de N (12.6 a 20.2 t ha^{-1}), lo que indica que el N influyó más en la producción de forraje frente a los niveles de P y K. En el cuarto corte la producción de forraje tuvo una tendencia a bajar, posiblemente debido a que ya existió una menor

cantidad de estos elementos en el suelo, siendo los niveles de P y K los que más afectaron en la baja de producción con relación al N. Por lo que, después de este tiempo transcurrido es recomendable realizar una nueva fertilización, a fin de restituir los nutrientes gastados para satisfacer las necesidades del pasto y mantener altas producciones. También se observa que el K, es el que más influyó en la baja producción de biomasa seguida por el P y N, por lo que se determina al potasio como el elemento limitante.

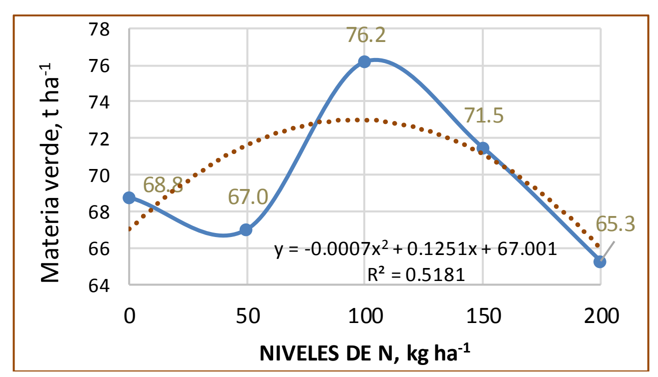
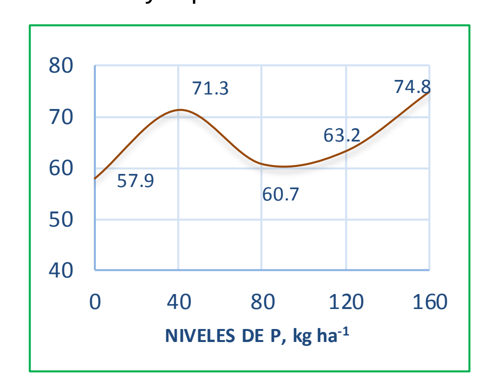


Figura 3. Efecto de los niveles de N sobre el rendimiento de materia verde en t ha-1 de pasto miel. Elaborado por los autores.

Los niveles de N manifestaron un efecto cuadrático con respecto al rendimiento total de materia verde de los cuatro cortes (Figura 3), donde la mayor producción correspondió a la dosis intermedia (100 kg N ha^{-1}) con un coeficiente de determinación de R2=0.52. Obteniendo la derivada de esta ecuación, luego de igualar a cero se determinó que el óptimo agrícola fue de 91.2 Kg ha^{-1} de N, por lo tanto la mayor producción de materia verde se obtendrá con este nivel.



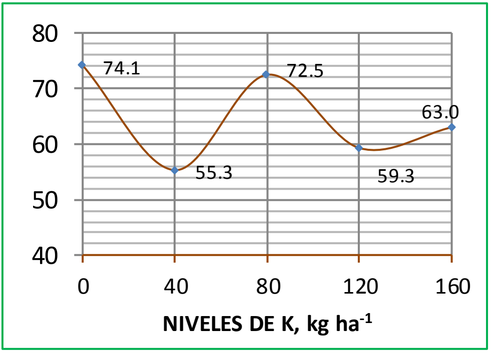


Figura 4. Efecto de los niveles de fósforo (4A) y potasio (4B) sobre el rendimiento de materia verde en t ha^{-1} de *Setaria sphacelata*. Elaborado por los autores.

En la figura 4A se puede apreciar la tendencia cuártica del fósforo (función polinómica de grado 4) sobre el rendimiento de materia verde, esta respuesta posiblemente se deba a que las relaciones Ca/K y (Ca +Mg)/K todavía no llegan a los niveles funcionales después del encalado (Tabla 3). El comportamiento o la tendencia del pasto miel a los niveles de potasio (Figura 4B) en materia verde, es bajar a la adición de pequeñas dosis para luego aumentar con dosis más altas, esta

respuesta es similar en estudios realizados en otros pastos como festuca, ray grass, pasto avena y kikuyo. Aunque también la producción se ve influenciada directamente por la época de sequía o de lluvia.

3.3 *Rendimiento materia seca (t ha^{-1})*

Los rendimientos promedios de materia seca por efecto del NPK y encalado fueron: 2.48; 4.54; 4.46 y 3.85 t ha^{-1} para el primero, segundo, tercero y cuarto corte, respectivamente, dando un rendimiento total de 15.3 t ha^{-1}, con coeficientes de variación entre 4.82 a 10.67 %. El grupo de los niveles de N alcanzó el mayor rendimiento de materia seca en cada uno de los cuatro cortes establecidos con un rendimiento total de 16.76 t ha^{-1}, mientras que los menores promedios correspondieron al grupo de K con un rendimiento total de 14.2 t ha^{-1} (Fig 6).

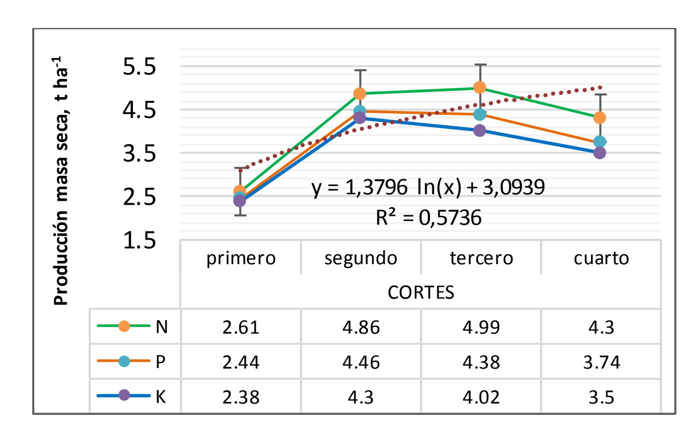


Figura 6. Producción de masa seca t ha^{-1} por grupos en estudio, en cuatro cortes.

Según Carrera (2011), la producción de materia seca por kg de N aplicado según la fuente de N fue: con urea 26,71 kg MS/kg N, con el sulfato de amonio 33,18 kg MS/kg N y de 42,86 kg MS/kg N con la aplicación de agronitrógeno. Esto superó lo dicho por (Paladines & Izquierdo, 2007), quienes afirmaron que la respuesta a la aplicación de N en la zona centro norte de la sierra del Ecuador varía de 15 a 25 kg de materia seca de pasto por cada kg de N aplicado.

3.4 *Evaluación nutricional del suelo por efecto del encalado*

Los resultados de la variación del contenido de nutrientes, pH, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico y relaciones entre las bases cambiables presentados en la Tabla 3, variaron por efecto de la aplicación de enmiendas y niveles de NPK aplicados, así se observa (Figura 7) al N como el nutriente que tuvo una tendencia creciente desde la aplicación del encalado hasta el final de la investigación, y cuyo valor promedio de 68.7 ppm es considerado como alto; el fósforo y azufre tuvieron ligero incremento por la aplicación del encalado aunque al final del ensayo su tendencia fue en descenso, y en términos generales el contenido de P y S está en el rango de medio a bajo (Basantes E. , 2015).

Tabla 3. Contenido nutricional, variación del pH, materia orgánica y bases cambiables, obtenido antes y después del encalado, y al final de la investigación en una pradera con pasto miel (*Setaria sphacelata*).

NUTRIENTES	UNIDAD	ANTES DEL ENCALADO	DESPUÉS DEL ENCALADO	FINAL DE LA INVESTIGACIÓN
N	ppm	62	67	77
P	ppm	11	13	11
S	ppm	9,8	11,5	4,6
K	meq./100ml	0,38	0,42	0,22
Ca	meq./100ml	3,8	4,33	4,1
Mg	meq./100ml	0,83	1,04	0,79
Zn	ppm	5,4	6,8	5,5
Cu	ppm	3,8	6,6	7,6
Mn	ppm	6	6,6	7,9
B	ppm	0,2	0,19	0,1
Fe	ppm	335,0	226,0	433,0
pH		5,7	6,44	5,75
Materia orgánica	%	11,9	9,8	10,4
Ca/Mg		4,58	5,58	6,58
Ca/K		10,00	10,31	18,64
Mg/K		2,18	2,48	3,59
(Ca +Mg)/K		12,18	12,79	22,23
Σ βases	meq./100ml	5,01	5,79	5,11
CIC	meq./100ml	7,51	8,29	7,61

El encalado tuvo efecto positivo en el incremento y balance del pH, así los valores de pH por efecto del encalado subió de ligeramente ácido (5.79) a casi neutro (6.44), en tanto que la materia orgánica tuvo un efecto descendente lo que indica que hubo mayor oxidación y liberación de N mineral que fue aprovechado por la planta y aumento en el contenido de N en el suelo que tuvo una tendencia lineal, con una correlación cercana a uno (R2 0.96), lo que por una parte va asegurar mayor producción en calidad de forraje y por otra el pH al final del ensayo tendió a volver a su estado original. Con relación a las bases cambiables presentadas en la Figura 9, el suelo estudiado presentó deficiencias generalizadas de Ca^{2+} y Mg^{2+}, y en menor medida de K^{+}. Los correctivos propiciaron el aumento de las bases, aunque al final del ensayo estas disminuyeron y el K es deficiente. En la Figura 8, el calcio tuvo un comportamiento cuártico que se incrementó por la adición de los correctivos y al final del ensayo bajo de 4.3 a 4.1 meq/100 ml.

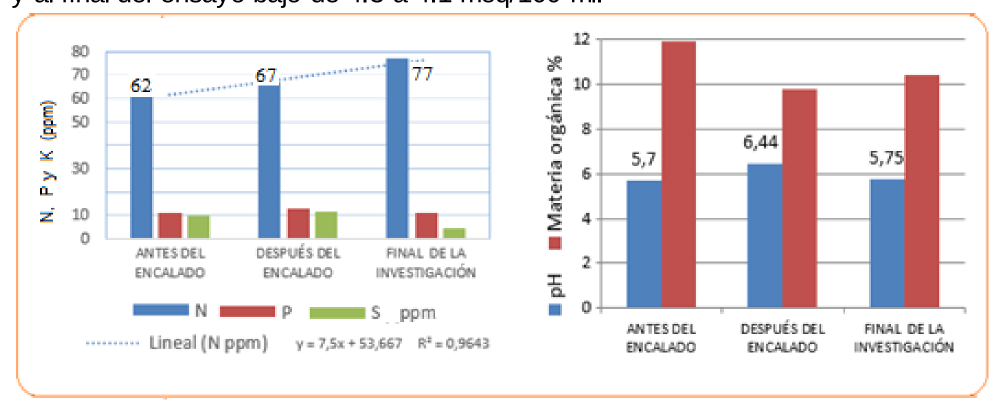


Figura 7. Contenido de N, P, S, pH y materia orgánica durante la investigación del efecto del encalado y niveles de NPK en una pradera con pasto miel.

El contenido de K y Mg son bajos, sin embargo durante el ensayo se observó ligero incremento del Mg de 0.83 a 1.04 meq/100ml. Referente a los micronutrientes Zn, Cu, Mn, B y Fe, se destaca que éstos son ligeramente bajos a excepción del hierro que está en exceso, pero con la adición de correctivos hubo un ligero incremento durante todo el ensayo (Cu y Mn). El boro decreció. Por otro lado es importante señalar que las relación (Ca + Mg) / K al final de la investigación, llegó a 22 aunque no alcanzó el límite inferior de funcionalidad de 25; mientras que las relaciones Ca/K fueron de 10.0, 10.31 y 18.64 para los análisis de suelo antes, después del encalado y a la finalización de la investigación, alcanzando una relación adecuada ya que está entre los límites de 15 a 30 (Basantes E. , 2015) (Moro, 2015).

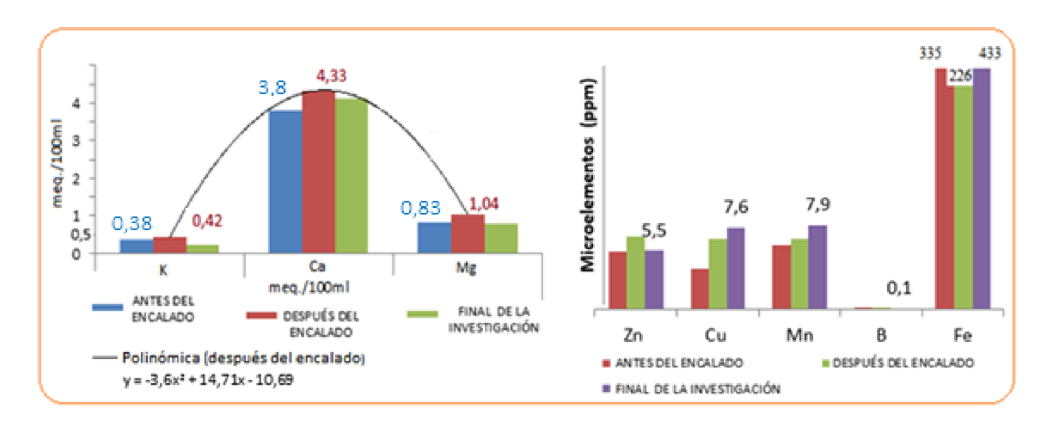


Figura 8. Contenido de K, Ca, Mg y micronutrientes por efecto del encalado y niveles de NPK en una pradera con pasto miel. Elaborado por los autores.

3.5 *Contenido foliar del pasto miel en dos evaluaciones*

En la Tabla 4 y Figura 9, se aprecia el contenido nutricional del pasto miel realizada en los dos últimos cortes del ensayo. Según el contenido foliar el pasto miel es un forraje con alto contenido de cenizas y proteína, con una media de 19.5 y 18.1 %, respectivamente. Hay una ligera respuesta del contenido de proteína en la planta a la dosis de N aplicado en el suelo. El tratamiento T5 N_{200} P_{80} K_{80} contiene el mayor contenido de proteína con 20.87% seguido por el tratamiento T15 N_{100} P_{80} K_{160} con 18.18%, en tanto que el tratamiento T11 $N_{100}P_{80}K_0$ obtuvo el menor contenido con 15.31% de proteína, lo cual puede deberse a que este tratamiento no fue fertilizado con potasio.

(Sánchez, 2011), durante el establecimiento de una pradera con *Setaria sphacelata* obtuvo 17.5% de Proteína Bruta y 35.20% de fibra cruda, a los 120 días, donde las plantas de Setaria se encontraron en estado óptimo para realizar el primer corte, el segundo corte se realizó a los 135 días, con porcentaje de proteína bajo a 16.25% y se incrementó la fibra a 31.74%; y, el tercer corte que se realizó a los 150 días, presentó los valores de 15.03% de proteína y 35,87% de fibra; convirtiéndose en un pasto de alta digestibilidad y aceptación por parte de los animales. En la Figura 9, se observa que el pasto miel es rico en K, casi el doble del N y es buena fuente de Fe, Zn y Mn.

Tabla 4. Análisis foliar en dos evaluaciones (tercer y cuarto corte), en los tratamientos con niveles de 100 y 200 kg N ha^{-1} aplicado en el pasto miel.

	Ceniza	proteína	M.O	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	%								ppm			
T3 N100 P80 K80	18,7	17,8	81,3	2,8	0,4	5,3	0,4	0,2	346	50,4	9,1	60,1
T3 corte 4	16,8	19,3	83,2	3,1	0,4	5,7	0,3	0,2	225	40,5	9,8	52,5
T5 N200 P80 K80	20,1	**20,9**	79,9	3,3	0,4	6,2	0,3	0,1	201	38,6	9,1	59,1
T5 corte 4	21,0	19,3	79,1	3,1	0,4	6,1	0,3	0,1	191	36,9	8,6	50,3
T6 N100 P0 K80	17,7	17,0	82,3	2,7	0,3	5,2	0,3	0,1	162	40,8	9,5	59,5
T11 N100 P80 K0	19,3	15,3	80,7	2,5	0,4	5,5	0,4	0,1	224	37,8	9,7	51,5
T15 N100 P80 K160	20,5	**18,2**	79,5	2,9	0,4	6,3	0,3	0,2	192	21,0	9,4	48,7
T15 corte 4	21,6	17,4	78,4	2,8	0,5	6,4	0,3	0,1	286	43,2	8,6	54,3
media	19,5	18,1	80,5	2,9	0,4	5,8	0,3	0,1	228	38,6	9,2	54,5
Desvest-M	1,6	1,7	1,6	0,.3	0,1	0,5	0,0	0,2	60,0	8,3	0,5	4,5
CV %	8,5	9,3	2,0	9.2	13,3	7,9	12,9	11,6	26,3	21,4	4,9	8,2

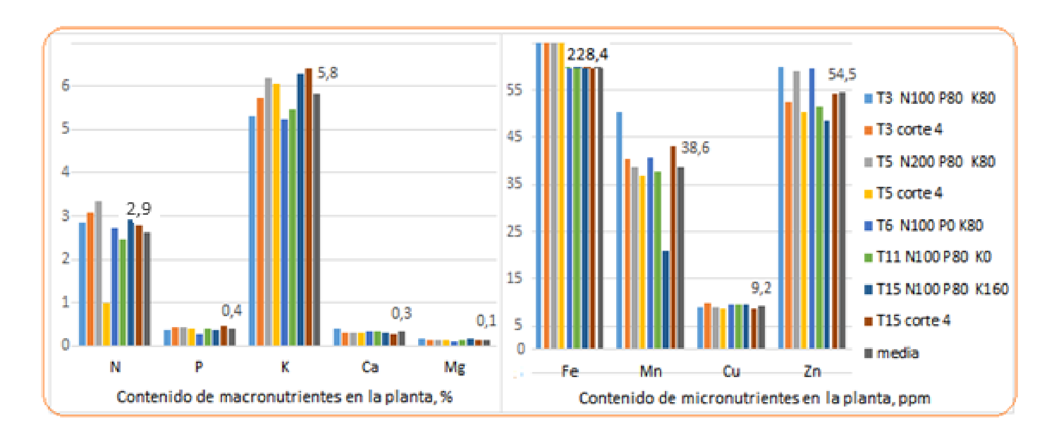


Figura 9. Contenido de macro y micronutrientes en la planta del pasto miel durante la investigación del efecto del encalado y niveles de NPK. Elaborado por los autores.

4. CONCLUSIONES

Las características del suelo fueron: contenido medio de fósforo; bajo en Ca, Mg y deficiencia de K; pH 5.7 ligeramente ácido antes del encalado, 6.44 después del encalado y 5.75 al fin de la investigación, por lo que el problema básico fue la acidez; de ahí que el hierro tuvo valores muy altos (335 a 433 ppm), aunque la enmienda aplicada logró bajar a 226 ppm.

El encalado fue positivo en el contenido nutricional del suelo lográndose incrementos en las bases de Ca, Mg y ligeramente el K; y con relación al N este presentó una tendencia creciente durante los cuatro cortes llegando a un contenido promedio de 68.7 ppm, que es un rango de mediano a alto.

Los tratamientos que alcanzaron mayores rendimientos de materia verde fueron el T3 N_{100} P_{80} K_{80} y T10 N_{100} P_{160} K_{80} con 75.3 y 74.8 t ha^{-1}, mientras que en materia seca fueron los tratamientos T3 N_{100} P_{80} K_{80} y T4 N_{150} P_{80} K_{80} con 18.6 y 18.7 t ha-1, respectivamente. En cuanto a proteína, el T5 N_{200} P_{80} K_{80} con 20.9 % seguido por el tratamiento T15 N_{100} P_{80} K_{160} con 18.2 %, alcanzaron los mayores contenidos, en tanto que el T11 N_{100} P_{80} K_0 obtuvo el menor contenido con 15.3 % de proteína bruta.

Los niveles de N y P manifestaron un efecto cuadrático, manifestando el óptimo agrícola en el rendimiento en verde de 91.2 kg/ha de N. Por lo general bajo buenas condiciones el nitrógeno se manifiesta lineal. El P también manifestó una tendencia cuártica y se vuelve tóxico a niveles entre 120 a 150 kg/ha, posiblemente por los problemas de la acidez del suelo. Por último, los niveles de K tuvieron una tendencia a bajar el rendimiento con pequeñas dosis, y aumentar al aplicar dosis más altas, aunque también se observó un comportamiento cuártico con las dosis superiores, esto posiblemente se debe a los problemas de la acidez que tuvo el suelo y a la acción del encalado.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, S., & León, R. (2003). Evaluación del incremento de peso de ganado de carne Bos indicus en tres intervalos de pastoreo de pasto miel en Nanegalito-Pichincha.
2. Aravena, E. (2002). Efecto de la fertilización orgánica en la rehabilitación de praderas de kikuyo (Pennisetum clandestinum), en la Hacienda el Prado. . *Escuela Politécnica del Ejército ESPE*.
3. Basantes, E. (2015). *Manejo de cultivos tropicales del Ecuador.* Sangolquí-Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. ISBN: 978-9978-301-45-6.
4. Basantes, E. R. (2010). *Producción y fisiología de cultivos con énfasis en la fertilidad de suelos.* (Primera ed.). Quito-Ecuador: Imprenta Unión. ISBN: 9789942023360.
5. Carrera, I. (2011). Fertilización del Kikuyo Pennisetum clandestinum con tres fuentes nitrogenadas, dos sólidas y una líquida en tres niveles y dos frecuencias. Tesis grado. Sangolquí-Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
6. Chiquimarca, E. (2016). *Efecto de diferentes niveles de micorriza más la adición de una base estándar de humus en la producción primaria forrajera de la Setaria sphacelata.* Riobamba-Ecuador: Escuela Politécnica de Chimborazo. Carrera Ingeniería Zootécnica.
7. Mas, C. (2007). *Setaria sphacelata*. Una gramínea a tener en cuenta. Sitio argentino de Producción Animal. *Revista INIA - Nº 10*.
8. Mena, K. (2011). Evaluación del efecto de Agronitrógeno y Ekotrón 40 con urea en potreros de pastos mejorados, en el sector de Machachi. Tesis grado. . Sangolquí-Ecuadro: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
9. Molina, J. (2015). Evaluación nutricional del pasto miel (*Setaria splendida*) a los 21, 28 y 35 días con y sin fertilización nitrogenada en Nanegalito, Pichincha. Tesis grado. Quito-Ecuador: UCE. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
10. Moro, A. (2015). Relaciones catiónicas y su interpretación en los análisis de suelos. AQM Laboratorios. Obtenido de http://aqmlaboratorios.com/author/alberto-moro/

11. Paladines, O., & Izquierdo, F. (2007). *Fertilización de Pasturas en el Centro Norte de la Sierra Ecuatoriana.* Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central del Ecuador.
12. Sánchez, J. (2011). *Establecimiento de una pradera de (Setaria sphacelata) para corte, en la finca Punzara de la Universidad Nacional de Loja". Tesis de grado.* Universidad Nacional de Loja.